

Traction control method for motor vehicle

Patent Number: DE19603677.

Publication date: 1997-08-07

Inventor(s): GUENTHER CONSTANTIN (DE); WEHRMANN RUEDIGER (DE); LENZ THOMAS (DE); GLAEBE KLAUS (DE); SCHMIDT DETLEF (DE); STRUWE OTMAR (DE); JOELLERICH RAINER (DE)

Applicant(s):: WABCO GMBH (DE)

Requested Patent: DE19603677

Application Number: DE19961003677 19960202

Priority Number (s): DE19961003677 19960202

IPC Classification: B60K28/16 ; B60T8/32

EC Classification: B60K28/16, B60T8/00B12

Equivalents:

Abstract

The traction control method involves monitoring of the wheel speed and detecting the slip condition from the variations in wheel speed. The actual slip limit is compared with the calculated slip limit and with the road speed signals. The oscillations in the wheel speed are derived from the monitored values. The system also detects high frequency, low amplitude oscillations. The control system continuously updates the road grip values without additional sensors and without additional programmed values. The oscillations are characterised e.g. the phase differences of the oscillations are deduced.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑯ Aktenzeichen: 196 03 677.1
⑯ Anmeldetag: 2. 2. 96
⑯ Offenlegungstag: 7. 8. 97

⑯ Anmelder:
WABCO GmbH, 30453 Hannover, DE

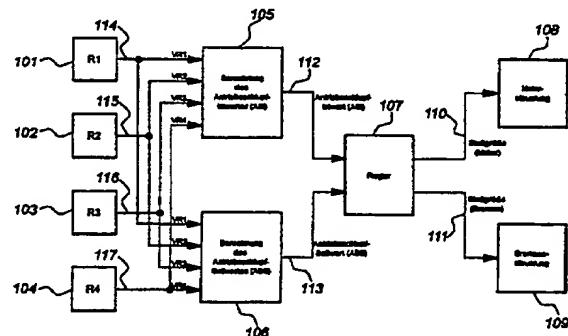
⑯ Erfinder:
Lenz, Thomas, 30880 Laatzen, DE; Schmidt, Detlef, 30989 Gehrden, DE; Jöllerichs, Rainer, 31832 Springe, DE; Gläbe, Klaus, 30161 Hannover, DE; Günther, Constantin, 30823 Garbsen, DE; Wehrmann, Rüdiger, 30457 Hannover, DE; Struwe, Otmar, 30952 Ronnenberg, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 42 21 748 A1
DE 41 21 747 A1
DE 39 06 680 A1
DE 38 36 680 A1
DE 34 21 253 A1
DE 34 04 018 A1

⑯ Verfahren zur Antriebsschlupfregelung

⑯ Ohne Verwendung von Kennfeldern oder zusätzlichen Sensoren soll der Antriebsschlupf derart geregelt werden, daß er an die Beschaffenheit der Fahrbahnoberfläche angepaßt ist. Hierbei soll insbesondere ein Antriebsschlupf-Sollwert automatisch an verschiedene Fahrbahnzustände und Kraftschlußbeiwerte angepaßt werden. Ein Verfahren zur Antriebsschlupfregelung, bei dem der Antriebsschlupf-Sollwert (113) automatisch in Abhängigkeit von der jeweils vorhandenen Fahrbahnbeschaffenheit aufgrund der Geschwindigkeitssignale (116, 117) der angetriebenen Räder (103, 104) beurteilt wird, wird um eine Funktion (106) weitergebildet, die die Einstellung des Antriebsschlupf-Sollwertes (113) durch Auswertung des Schwingungsverhaltens der Geschwindigkeitssignale (116, 117) ermöglicht. Die Funktion (106) erlaubt gemäß einer ersten Ausgestaltung des Verfahrens die Erkennung hochfrequenter Schwingungen mit kleiner Amplitude und gemäß einer zweiten Ausgestaltung die Bestimmung einer die Differenz der Phasenlagen der Schwingungen charakterisierenden Größe. Ein Anwendungsgebiet der Erfindung sind Antriebsschlupfregelsysteme, insbesondere in Verbindung mit Antiblockiersystemen. Das Verfahren wird vorzugsweise in einem elektronischen Steuergerät für ein Kraftfahrzeug eingesetzt. Es wird dann als Programmsequenz für einen Mikroprozessor ausgeführt.



Beschreibung

Die Erfinung betrifft ein Verfahren zur Antriebsschlupfregelung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Herkömmliche Verfahren zur Antriebsschlupfregelung gleichen einen gemessenen Antriebsschlupf-Istwert an einen vorgegebenen, festen Antriebsschlupf-Sollwert an. Ein gattungsbildendes Verfahren ist aus der DE 37 40 433 A1 bekannt. Der Fachmann weiß daher, daß bei einem hohen Kraftschlußbeiwert zwischen den Antriebsräder eines Kraftfahrzeugs und der Fahrbahnoberfläche ein erhöhter Antriebsschlupf-Sollwert zu einem verbesserten Beschleunigungsverhalten führt, ohne daß die zur Gewährleistung eines sicheren Fahrverhaltens notwendige Seitenführungskraft beeinträchtigt wird. Bei einem niedrigen Kraftschlußbeiwert ist jedoch nur ein verringriger Antriebsschlupf-Sollwert zulässig, um die Seitenführungskraft in ausreichendem Maße zu erhalten.

Daher wird bei dem bekannten Verfahren zur Antriebsschlupfregelung vorgeschlagen, einen in Radumfangsrichtung jeweils wirksamen Kraftschlußbeiwert als Maß für die Fahrbahnbeschaffenheit zu ermitteln und in Abhängigkeit vom ermittelten Kraftschlußbeiwert einen Antriebsschlupf-Sollwert automatisch einzustellen. Der Kraftschlußbeiwert wird dabei durch die Auswertung des Verlaufes der Kraftschlußbeanspruchungs-Antriebsschlupf-Kennlinie bestimmt. Zur Berechnung dieser Kennlinie sind weitere Kenngrößen des Fahrzeuges erforderlich, wie z. B. aktuelles Antriebsdrehmoment, Getriebe-Übersetzung und Achslast. Zur Ermittlung dieser Größen werden neben den Radsensoren, die zur Messung der Radgeschwindigkeiten dienen, weitere Sensoren benötigt. Zur Bestimmung der Kraftschlußbeanspruchungs-Antriebsschlupf-Kennlinie aus den Signalen der weiteren Sensoren werden Kennfelder benutzt, die nach Art von Tabellen in einem Speicher vorgesehen sind. Ein derartiges Verfahren zur Erkennung des wirklichen Wertes der physikalischen Kenngröße "Kraftschlußbeiwert" ist sehr aufwendig, weil zusätzliche Sensoren und Speicher für die Kennfelder benötigt wird. Eine Verwendung zusätzlicher Sensoren ist jedoch aus wirtschaftlichen Gründen zu vermeiden. Außerdem erhöhen derartige zusätzliche Komponenten die Störanfälligkeit eines Systems. Der Datenverarbeitungsaufwand ist ebenfalls sehr hoch.

Eine Verringerung des Aufwandes bei der Bestimmung des Kraftschlußbeiwertes kann erzielt werden, wenn gemäß der DE 37 41 248 C2 die Berechnung des Kraftschlußbeiwertes allein durch Kennfelder, die in einem elektronischen Steuergerät gespeichert sind, durchgeführt wird. Für eine ausreichend genaue und damit praxistaugliche Bestimmung des Kraftschlußbeiwertes ist es dann jedoch erforderlich, eine größere Anzahl von Kennfeldern mit Fahrzeugparametern wie z. B. Fahrzeuggeschwindigkeit oder Fahrzeugbeschleunigung zu speichern, was zu einem sehr hohen Speicherbedarf und Datenverarbeitungsaufwand führt. Außerdem ist eine fahrzeugspezifische Anpassung des Verfahrens notwendig.

Aus der DE 36 25 945 A1 ist ein weiteres Verfahren zur Antriebsschlupfregelung bekannt, bei dem abhängig von einem Wert, der den Zustand der Fahrbahnoberfläche kennzeichnet, der Antriebsschlupf-Sollwert beeinflußt wird. Bei diesem Verfahren ist die Verwendung weiterer Sensoren außer den Radsensoren nicht erforderlich. Auch der Speicherbedarf für die Speicherung

von Kennfeldern ist nach diesem Verfahren verringert, denn gemäß dem dort beschriebenen Verfahren wird der Wert, der den Zustand der Fahrbahnoberfläche kennzeichnet, durch Bearbeitung eines einzigen Kennfeldes ermittelt.

Der Erfinung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Antriebsschlupfregelung anzugeben, das ohne Verwendung weiterer Sensoren und ohne Verwendung von Kennfeldern eine Regelung des Antriebsschlupfes derart ermöglicht, daß der Antriebsschlupf sehr gut an die Gegebenheiten der Fahrbahnoberfläche angepaßt ist. Der verfügbare Kraftschlußbeiwert zwischen den angetriebenen Rädern und der Fahrbahn soll möglichst gut ausgenutzt werden.

Diese Aufgabe wird durch die in den Patentansprüchen 1 und 2 angegebenen Ausgestaltungen der Erfinung gelöst. Weiterbildungen und vorteilhafte Ausführungsformen der Erfinung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Der Erfinung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die angetriebenen Räder eines Fahrzeugs während einer Antriebsschlupfregelung derart in einer wechselseitigen Beziehung zu der Fahrbahnbeschaffenheit stehen, daß bereits eine geringe Änderung der Fahrbahnbeschaffenheit bzw. des Kraftschlußbeiwertes eine meßbare Veränderung der Kenngrößen der Schwingungen, die die Geschwindigkeitssignale der angetriebenen Räder ausführen, bewirkt. Dieses Verhalten beruht darauf, daß die Antriebsschlupfregelung vorzugsweise im Bereich des Maximums der Kraftschlußbeanspruchungs-Antriebsschlupf-Kennlinie durchgeführt wird. Da das Maximum einer Kennlinie immer einen instabilen Arbeitspunkt darstellt, neigt ein Regelungssystem dort naturgemäß zu Schwingungen. Als meßbare Kenngrößen einer Schwingung kommen die Amplitude, die Frequenz und die Phasenlage in Betracht.

Ein Vorteil der Erfinung besteht daher darin, daß für die Beurteilung der Fahrbahnbeschaffenheit das Schwingungsverhalten der Geschwindigkeitssignale der angetriebenen Räder beurteilt wird. Da diese Signale durch die Radsensoren bereits vorhanden ist, ist eine Verwendung weiterer Sensoren nicht erforderlich. Da die Beurteilung des Schwingungsverhaltens durch die Auswertung der meßbaren Kenngrößen von Schwingungen erfolgt, nämlich entweder durch die Erkennung hochfrequenter Schwingungen mit kleiner Amplitude oder durch die Erkennung einer Differenz der Phasenlagen der Schwingungen, kann die Beurteilung durch einfache Rechenoperationen erfolgen. Eine Bearbeitung von Kennfeldern, die viel Rechenzeit und Speicherplatz erfordert, entfällt.

In einer besonderen Ausbildung der Erfinung kann eine solche Rechenoperation zur Beurteilung der Fahrbahnbeschaffenheit daraus bestehen, daß aus den Beschleunigungssignalen, die durch Differentiation aus den Geschwindigkeitssignalen der Radsensoren gewonnen werden, ein Mittelwert gebildet wird, dessen Betrag bereits ein Maß für das Schwingungsverhalten der Geschwindigkeitssignale darstellt. Durch Vergleich dieser Maßzahl mit festgelegten Vergleichswerten ist eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Fahrbahnbeschaffenheiten möglich.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfinung kann als weitere Größe zur Beurteilung der Fahrbahnbeschaffenheit auch der Betrag der Differenz der Beschleunigungssignale verwendet werden. Durch Vergleich dieses Wertes mit weiteren vorgegebenen Vergleichswerten ist es insbesondere möglich, besondere

Fahrzustände, wie z. B. Fahren mit eingelegter Quersperre, zu erkennen und unerwünschte Auswirkungen solcher Fahrzustände auf die Antriebsschlupfregelung zu vermeiden.

Gemäß einem weiteren vorteilhaften Verfahren zur Beurteilung der Fahrbahnbeschaffenheit, bei dem die Differenz der Phasenlagen der Schwingungen beurteilt wird, wird zu bestimmten Zeitpunkten eine die Differenz der Phasenlagen charakterisierende Größe gebildet. Indem diejenigen Zeitpunkte, in denen die Beschleunigungssignale einen gegenphasigen Verlauf aufweisen, zur Berechnung herangezogen werden, ergibt sich für die Berechnung ein einfaches Verfahren. Durch alternative oder zusätzliche Einbeziehung derjenigen Zeitpunkte, in denen die Beschleunigungssignale einen gleichphasigen Verlauf aufweisen, kann die Berechnung in einfacher Weise vorteilhaft weitergebildet werden. Durch diese Art der Weiterbildung können auch besondere Zustände beim Betrieb eines Fahrzeugs berücksichtigt werden, wie z. B. synchrones Schwingen der Antriebsräder oder Trampeln (gegenphasiges Schwingen der Antriebsräder mit großer Amplitude).

Eine Beeinflussung des Antriebsschlupf-Sollwertes kann dadurch erfolgen, daß der Antriebsschlupf-Sollwert in bestimmten Schritten in Abhängigkeit von der die Fahrbahnbeschaffenheit charakterisierenden Größe, die nach einem der zuvor beschriebenen Verfahren ermittelt wurde, vergrößert oder verkleinert wird. Die Beeinflussung kann aber auch dadurch erfolgen, daß die die Fahrbahnbeschaffenheit charakterisierende Größe mittels Integration direkt in einen Antriebsschlupf-Sollwert umgerechnet wird. In beiden Fällen ist es vorteilhaft, den sich hierbei einstellenden variablen Antriebsschlupf-Sollwert auf einen Minimal- und einen Maximalwert zu begrenzen. Hierdurch kann sichergestellt werden, daß der Antriebsschlupf-Sollwert nur plausible Werte annehmen kann.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung können die Minimal- und Maximalwerte für die Begrenzung des Antriebsschlupf-Sollwertes in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit eingestellt werden.

Die Erfindung wird anhand zweier Ausführungsbeispiele unter Zuhilfenahme von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Anordnung zur Durchführung des Verfahrens zur Antriebsschlupfregelung gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 2 und

Fig. 2 ein Flußdiagramm des Verfahrens gemäß Patentanspruch 1 und

Fig. 3 einen typischen Verlauf einer Schwingung des Beschleunigungssignales und

Fig. 4 und 5 zwei Flußdiagramme zur Beschreibung des Verfahrens gemäß Patentanspruch 2.

Anordnungen zur Ausführung von Verfahren zur Antriebsschlupfregelung sind bereits seit längerer Zeit bekannt, wie z. B. aus der EP 0 364 682 A1. In der Fig. 1 wird daher eine solche Anordnung nur schematisch nach Art eines Blockschaltbildes dargestellt.

Die Radsensoren R1, R2, R3 und R4 (101, 102, 103, 104) zur Ermittlung der Geschwindigkeiten von z. B. 4 Rädern eines Fahrzeugs geben Signale VR1, VR2, VR3 und VR4 (114, 115, 116, 117) sowohl an einen Funktionsblock (105) zur Berechnung des Antriebsschlupf-Istwertes als auch an einen Funktionsblock (106) zur Bestimmung des Antriebsschlupf-Sollwertes ab. Die hieraus entstehenden Signale Antriebsschlupf-Istwert ASI (112)

und Antriebsschlupf-Sollwert ASS (113) werden in einem Regler (107) verarbeitet. Der Regler (107) gibt Stellsignale (110, 111) an eine Motorsteuerung (108) des Fahrzeugs, die z. B. als E-GAS Anlage (elektrischer Geber für die Stellung des Gaspedals) ausgebildet sein kann, sowie an eine Einrichtung (109) zur Bremsensteuerung der angetriebenen Räder. Die Funktionsblöcke (105, 106, 107) sind üblicherweise als Programmsequenz für einen Mikroprozessor ausgebildet. Sie sind 10 dann in einem Programmspeicher in einem elektronischen Steuergerät angeordnet.

Eine Möglichkeit, im Funktionsblock (105) den Antriebsschlupf-Istwert ASI zu berechnen, besteht darin, die Differenz zwischen den Geschwindigkeitssignalen der angetriebenen Räder und den Geschwindigkeitssignalen der nicht angetriebenen Räder zu berechnen. Es ist auch möglich, die Berechnung des Antriebsschlupf-Istwertes ASI durch Einbeziehung von Korrekturgrößen, z. B. für Kurvenfahrt, zu erweitern.

Für die Beschreibung der folgenden Ausführungsbeispiele der Verfahren zur Berechnung des Antriebsschlupf-Sollwertes ASS (113) wird angenommen, daß die Signale VR1 und VR2 (114, 115) der Radsensoren R1 und R2 (101, 102) durch die nicht angetriebenen Räder erzeugt werden und daß die Signale VR3 und VR4 (116, 117) der Radsensoren R3 und R4 (103, 104) durch die vom Fahrzeugmotor angetriebenen Räder erzeugt werden.

Ein erstes Verfahren zur automatischen Einstellung des Antriebsschlupf-Sollwertes ASS (113) ist in der Fig. 2 als Flußdiagramm dargestellt. Das Verfahren beginnt mit dem Block (201). Im Verzweigungsblock (202) wird geprüft, ob sich das Verfahren zur Antriebsschlupfregelung noch in einer Initialisierungsphase befindet. Eine solche Initialisierungsphase wird z. B. nach dem Einschalten der Zündung des Fahrzeugs durchgeführt. Während der Initialisierungsphase wird in dem Anweisungsblock (208) eine Hilfsgröße AU auf einen Minimalwert gesetzt. Die Hilfsgröße AU wird in einem darauf folgenden Anweisungsblock (212) zur Berechnung des Antriebsschlupf-Sollwertes ASS verwendet.

Nach Beendigung der Initialisierungsphase wird in einem Verzweigungsblock (203) geprüft, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit kleiner als ein vorgegebener Maximalwert VMAX ist. Ein geeigneter Wert für den Maximalwert VMAX ist 50 Km/h. Als Fahrzeuggeschwindigkeit wird im Verzweigungsblock (203) der Mittelwert der Geschwindigkeiten VR1 und VR2 (114, 115) der nicht angetriebenen Räder benutzt. Es ist aber auch möglich, die Fahrzeuggeschwindigkeit durch einen besonderen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor oder durch eine Referenzgeschwindigkeit zu ermitteln. Ein Verfahren zur Berechnung einer Referenzgeschwindigkeit ist in der DE 23 40 575 angegeben. Falls die Fahrzeuggeschwindigkeit größer als der Maximalwert VMAX ist, wird in dem Anweisungsblock (208) die Hilfsgröße AU auf einen Minimalwert gesetzt. Daraufhin wird der Verfahrensablauf im Anweisungsblock (212) mit der Berechnung des Antriebsschlupf-Sollwertes ASS (113) fortgesetzt. Andernfalls werden im Anweisungsblock (204) die Beschleunigungssignale DVR3 und DVR4 durch Differentiation der zugehörigen Geschwindigkeitssignale VR3 und VR4 (116, 117) ermittelt.

Daraufhin wird im Verzweigungsblock (205) geprüft, ob der Betrag des Mittelwertes der Beschleunigungssignale DVR3 und DVR4 sich in einem Bereich befindet, der an seiner einen Seite durch den unteren Grenzwert DVMIN1 und an seiner anderen Seite durch den oberen

Grenzwert DVMAX1 begrenzt wird. Zusätzlich wird geprüft, ob der Betrag der Differenz der Beschleunigungssignale DVR3 und DVR4 größer als ein weiterer unterer Grenzwert DVMIN2 ist. Als Grenzwerte sind z. B. DVMIN1 = 1,5 m/s², DVMAX1 = 15 m/s² und DVMIN2 = 2 m/s² geeignet.

Wenn diese beiden Bedingungen erfüllt sind, dann wird die Fahrbahnoberfläche als griffig angesehen und in einem Anweisungsblock (207) die Hilfsgröße AU um eine Schrittweite erhöht. Ein geeigneter Wert für die Schrittweite ist z. B. 0,1 Km/h, wenn das Verfahren gemäß Fig. 2 im Abstand von 5 ms wiederholt wird. Im darauffolgenden Verzweigungsblock (211) wird in Verbindung mit dem Anweisungsblock (210) eine Begrenzung der im Anweisungsblock (207) automatisch vergrößerten Hilfsgröße AU auf einen Maximalwert vorgenommen.

Wenn jedoch eine der Bedingungen des Verzweigungsblocks (205) nicht erfüllt ist, dann wird im Anweisungsblock (206) die Hilfsgröße AU um die Schrittweite verkleinert. Im darauffolgenden Verzweigungsblock (209) wird in Verbindung mit dem Anweisungsblock (208) eine Begrenzung der im Anweisungsblock (206) verkleinerten Hilfsgröße AU auf einen Minimalwert vorgenommen.

Ein geeigneter Minimalwert für die Hilfsgröße AU ist 0 Km/h. Ein geeigneter Maximalwert hierfür ist 10 Km/h. Es ist jedoch auch möglich, den Minimalwert oder den Maximalwert oder beide Werte in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit zu verändern.

Alle aus den Blöcken (208, 209, 210, 211) austretenden Programmverzweigungen münden in den Anweisungsblock (212), in dem der Antriebsschlupf-Sollwert ASS als Summe mehrerer Anteile berechnet wird. Einer dieser Anteile ist die zuvor ermittelte Hilfsgröße AU, deren Größe aufgrund des zuvor beschriebenen Verfahrens durch die Fahrbahnbeschaffenheit beeinflußt wird. Weitere Anteile können z. B. durch die Geschwindigkeiten der nicht angetriebenen Räder oder durch einen festen Wert gebildet werden. Hierdurch ist eine Anpassung an verschiedene Betriebszustände des Fahrzeugs möglich. Das Verfahren gemäß Fig. 2 endet mit dem Block (213).

Gemäß einem weiteren Verfahren zur Berechnung des Antriebsschlupf-Sollwertes ASS wird jede Schwingung des Beschleunigungssignales in vier Bereiche aufgeteilt. In der Fig. 3 ist eine derartige Schwingung (301) sowie ihre Unterteilung in die Bereiche (302, 303, 304, 305) dargestellt. Im Bereich (302) weist das Beschleunigungssignal ein positives Vorzeichen sowie eine positive Steigung auf. Im Bereich (303) weist das Beschleunigungssignal ebenfalls ein positives Vorzeichen, jedoch eine negative Steigung auf. Im Bereich (304) weist das Beschleunigungssignal ein negatives Vorzeichen sowie eine negative Steigung auf. Im Bereich (305) weist das Beschleunigungssignal ein negatives Vorzeichen und eine positive Steigung auf. Durch Vergleich der jeweiligen Bereiche, in denen sich die Schwingungen der Beschleunigungssignale der angetriebenen Räder jeweils befinden, kann eine die Differenz der Phasenlagen der Schwingung charakterisierende Größe gebildet werden.

Zur Bestimmung der die Differenz der Phasenlagen der Schwingung charakterisierenden Größe wird in einem ersten Verfahrensschritt zu jedem der Beschleunigungssignale DVR3 und DVR4 der angetriebenen Räder eine Zwischengröße PhR3 bzw. PhR4 gebildet. Die Bildung dieser Zwischengröße ist in Fig. 4 am Beispiel des Radsensors R4 (104) als Flußdiagramm dargestellt. Die Darstellung gilt auch für den Radsensor R3 (103).

In der Darstellung gemäß Fig. 4 beginnt der Verfahrensschritt zur Bestimmung der Zwischengröße PhR4 im Block (401). Im Anweisungsblock (402) wird sodann das Beschleunigungssignal DVR4 des aktuellen Programmdurchlaufs durch Differentiation des zugehörigen Geschwindigkeitssignals VR4 (117) ermittelt. Im darauffolgenden Verzweigungsblock (403) findet eine Programmverzweigung in Abhängigkeit von dem Vorzeichen des im Anweisungsblock (402) ermittelten Beschleunigungssignals DVR4 statt. Bei positivem Vorzeichen findet eine weitere Programmverzweigung im Verzweigungsblock (405) in Abhängigkeit von der Steigung des Beschleunigungssignals DVR4 statt. Die Steigung des Beschleunigungssignals DVR4 wird durch Vergleich mit dem Beschleunigungssignal DVR4alt, das dem Beschleunigungssignal DVR4 des vorhergehenden Programmdurchlaufs entspricht, ermittelt. Bei einer positiven Steigung des Beschleunigungssignals DVR4 wird dann in dem Anweisungsblock (409) die Zwischengröße PhR4 auf den Wert 1 gesetzt. Im Falle einer negativen Steigung des Beschleunigungssignals DVR4 wird die Zwischengröße PhR4 jedoch im Anweisungsblock (408) auf den Wert 2 gesetzt.

Wenn jedoch im Verzweigungsblock (403) festgestellt wurde, daß das Vorzeichen des Beschleunigungssignals DVR4 negativ ist, dann wird im Verzweigungsblock (404) eine Beurteilung der Steigung des Beschleunigungssignals DVR4 in gleicher Weise wie im Verzweigungsblock (405) vorgenommen. In diesem Programmzweig wird jedoch bei negativer Steigung des Beschleunigungssignals DVR4 im Anweisungsblock (406) die Zwischengröße PhR4 auf den Wert 3 gesetzt. Andernfalls erhält die Zwischengröße PhR4 in dem Anweisungsblock (407) den Wert 4.

In einem Anweisungsblock (410), in den alle Programmzweige dieses Verfahrensschrittes münden, wird der aktuelle Wert des Beschleunigungssignals DVR4 in den Zwischenspeicher DVR4alt übernommen. Dieser Programmschritt dient der Bestimmung der Steigung des Beschleunigungssignals DVR4 in den Verzweigungsblöcken (404, 405) im darauffolgenden Programmdurchlauf. Mit dem Block (411) endet dieser Verfahrensschritt.

Nach der Ermittlung der Zwischengrößen PhR3 und PhR4 kann nun in einem zweiten Verfahrensschritt die Differenz der Phasenlagen der Schwingung charakterisierende Größe, die mit GR bezeichnet wird, bestimmt werden. In Abhängigkeit vom Wert der Größe GR kann sodann eine automatische Anpassung des Antriebsschlupf-Sollwertes ASS erfolgen. Dieser zweite Verfahrensschritt ist in Fig. 5 als Flußdiagramm dargestellt.

Der zweite Verfahrensschritt beginnt mit dem Block (501). In einem darauffolgenden Verzweigungsblock (502) wird festgestellt, ob beide Zwischengrößen PhR3 sowie PhR4 den Wert 2 aufweisen. Wenn dies der Fall ist, dann wird in einem Anweisungsblock (506) die Größe GR auf den Wert 0 gesetzt. Andernfalls wird in einem auf den Verzweigungsblock (502) folgenden weiteren Verzweigungsblock (503) festgestellt, ob der Betrag der Differenz der Zwischengrößen PhR3 und PhR4 entweder den Wert 0 oder den Wert 2 aufweist. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, wird in einem Anweisungsblock (504) die Größe GR auf den Wert -1 gesetzt. Andernfalls erhält die Größe GR im Anweisungsblock (505) den Wert 1. Hiermit ist die Bestimmung der die Differenz der Phasenlagen der Schwingung charakterisierenden Größe GR abgeschlossen.

Eine Möglichkeit, den Antriebsschlupf-Sollwert ASS automatisch in Abhängigkeit von der Größe GR einzustellen, ist in Fig. 5 durch die Formel im Anweisungsblock (507) dargestellt. Dort wird der Antriebsschlupf-Sollwert ASS des aktuellen Programmdurchlaufs als Summe aus dem Antriebsschlupf-Sollwert ASS des vorangegangenen Programmdurchlaufs und der Größe GR, die mit einer auf den jeweiligen Fahrzeugtyp abzustimmenden Schrittweite multipliziert wird, gebildet. Ein geeigneter Wert für die Schrittweite ist z. B. 0,02 Km/h, wenn der Verfahrensschritt gemäß Fig. 5 im Abstand von 5 ms wiederholt wird. Im darauffolgenden Verzweigungsblock (508) wird in Verbindung mit dem Anweisungsblock (510) eine Begrenzung des automatisch im Anweisungsblock (507) eingestellten Antriebsschlupf-Sollwertes ASS auf einen Minimalwert vorgenommen. Im Verzweigungsblock (509) wird in Verbindung mit dem Anweisungsblock (511) in gleicher Weise der Antriebsschlupf-Sollwert ASS auf einen Maximalwert begrenzt. Als Minimal- und Maximalwerte sind die beim Verfahren gemäß Fig. 2 angegebenen Werte geeignet. Der zweite Verfahrensschritt endet mit dem Block (512).

Patentansprüche

25

1. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung mit folgenden Merkmalen:

- a) ein Regler (107) gleicht einen Antriebsschlupf-Istwert (112) einem Antriebsschlupf-Sollwert (113) an,
- b) der Antriebsschlupf-Sollwert (113) wird automatisch in Abhängigkeit von der jeweils vorhandenen Fahrbahnbeschaffenheit eingestellt,
- c) die Fahrbahnbeschaffenheit wird mittels der Geschwindigkeitssignale (116, 117) eines oder mehrerer angetriebener Räder (103, 104) beurteilt,

gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- d) die Beurteilung erfolgt durch Auswertung des Schwingungsverhaltens der Geschwindigkeitssignale (116, 117),
- e) zur Auswertung des Schwingungsverhaltens ist eine Funktion (106) vorgesehen, die hochfrequente Schwingungen mit kleiner Amplitude erkennt.

2. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung mit folgenden Merkmalen:

- a) ein Regler (107) gleicht einen Antriebsschlupf-Istwert (112) einem Antriebsschlupf-Sollwert (113) an,
- b) der Antriebsschlupf-Sollwert (113) wird automatisch in Abhängigkeit von der jeweils vorhandenen Fahrbahnbeschaffenheit eingestellt,
- c) die Fahrbahnbeschaffenheit wird mittels der Geschwindigkeitssignale (116, 117) mehrerer angetriebener Räder (103, 104) beurteilt,

gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- d) die Beurteilung erfolgt durch Auswertung des Schwingungsverhaltens der Geschwindigkeitssignale (116, 117),
- e) zur Auswertung des Schwingungsverhaltens ist eine Funktion (106) vorgesehen, die eine die Differenz der Phasenlagen der Schwingungen charakterisierende Größe bestimmt.

3. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach Patentanspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) Differentiation (204, 402) der zur Beurteilung der Fahrbahnbeschaffenheit herangezogenen Geschwindigkeitssignale (116, 117),
- b) die Funktion (106) zur Auswertung des Schwingungsverhaltens verwendet die durch Differentiation gewonnenen Beschleunigungssignale.

4. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach Patentanspruch 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag des Mittelwertes der Beschleunigungssignale zur Auswertung des Schwingungsverhaltens verwendet wird.

5. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach Patentanspruch 1 und 3 oder nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrag der Differenz der Beschleunigungssignale zur Auswertung des Schwingungsverhaltens verwendet wird.

6. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsschlupf-Sollwert (113) automatisch erhöht wird, wenn der Betrag des Mittelwertes der Beschleunigungssignale größer als ein vorgegebener Minimalwert ist.

7. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach Patentanspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsschlupf-Sollwert (113) automatisch erhöht wird, wenn der Betrag der Differenz der Beschleunigungssignale größer als ein vorgegebener Minimalwert ist.

8. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach einem der Patentansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsschlupf-Sollwert (113) automatisch erhöht wird, wenn der Betrag des Mittelwertes der Beschleunigungssignale kleiner als ein vorgegebener Maximalwert ist.

9. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach Patentanspruch 2 und 3, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) die die Differenz der Phasenlagen charakterisierende Größe wird zu bestimmten Zeitpunkten neu gebildet,
- b) die Größe wird zu solchen Zeitpunkten aus den Beschleunigungssignalen gebildet, in denen die Beschleunigungssignale einen gegenphasigen Verlauf aufweisen,
- c) die Größe wird an allen übrigen Zeitpunkten auf einen festen Wert gesetzt.

10. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach Patentanspruch 2 und 3 oder nach Patentanspruch 9, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) die die Differenz der Phasenlagen charakterisierende Größe wird zu bestimmten Zeitpunkten neu gebildet,
- b) die Größe wird zu solchen Zeitpunkten aus den Beschleunigungssignalen gebildet, in denen die Beschleunigungssignale einen gleichphasigen Verlauf aufweisen,
- c) die Größe wird an allen übrigen Zeitpunkten auf einen festen Wert gesetzt.

11. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach Patentanspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsschlupf-Sollwert (113) durch das Integral der die Differenz der Phasenlagen charakterisierenden Größe bestimmt wird.

12. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach wenigstens einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsschlupf-Sollwert (113) auf einen Minimalwert

und auf einen Maximalwert begrenzt ist.

13. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach Patentanspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Minimalwert und der Maximalwert des Antriebsschlupf-Sollwertes (113) abhängig von der 5 Fahrzeuggeschwindigkeit sind.

14. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach wenigstens einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die automatische Einstellung des Antriebsschlupf-Sollwertes 10 (113) mit dem Minimalwert des Antriebsschlupf-Sollwertes (113) beginnt.

15. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach wenigstens einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die automatische Einstellung des Antriebsschlupf-Sollwertes 15 (113) nur unterhalb eines Maximalwertes der Fahrzeuggeschwindigkeit erfolgt.

16. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach wenigstens einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit aus der Geschwindigkeit von nicht angetriebenen Rädern oder durch einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor oder durch eine Referenzgeschwindigkeit ermittelt wird. 20

17. Verfahren zur Antriebsschlupfregelung nach wenigstens einem der vorhergehenden Patentansprüche, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

a) der Antriebsschlupf-Sollwert (113) setzt sich 30 aus mehreren Anteilen zusammen, von denen mindestens einer durch die Fahrbahnbeschaffenheit beeinflußt wird.

b) der Antriebsschlupf-Sollwert (113) wird als Summe aller Anteile ermittelt. 35

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

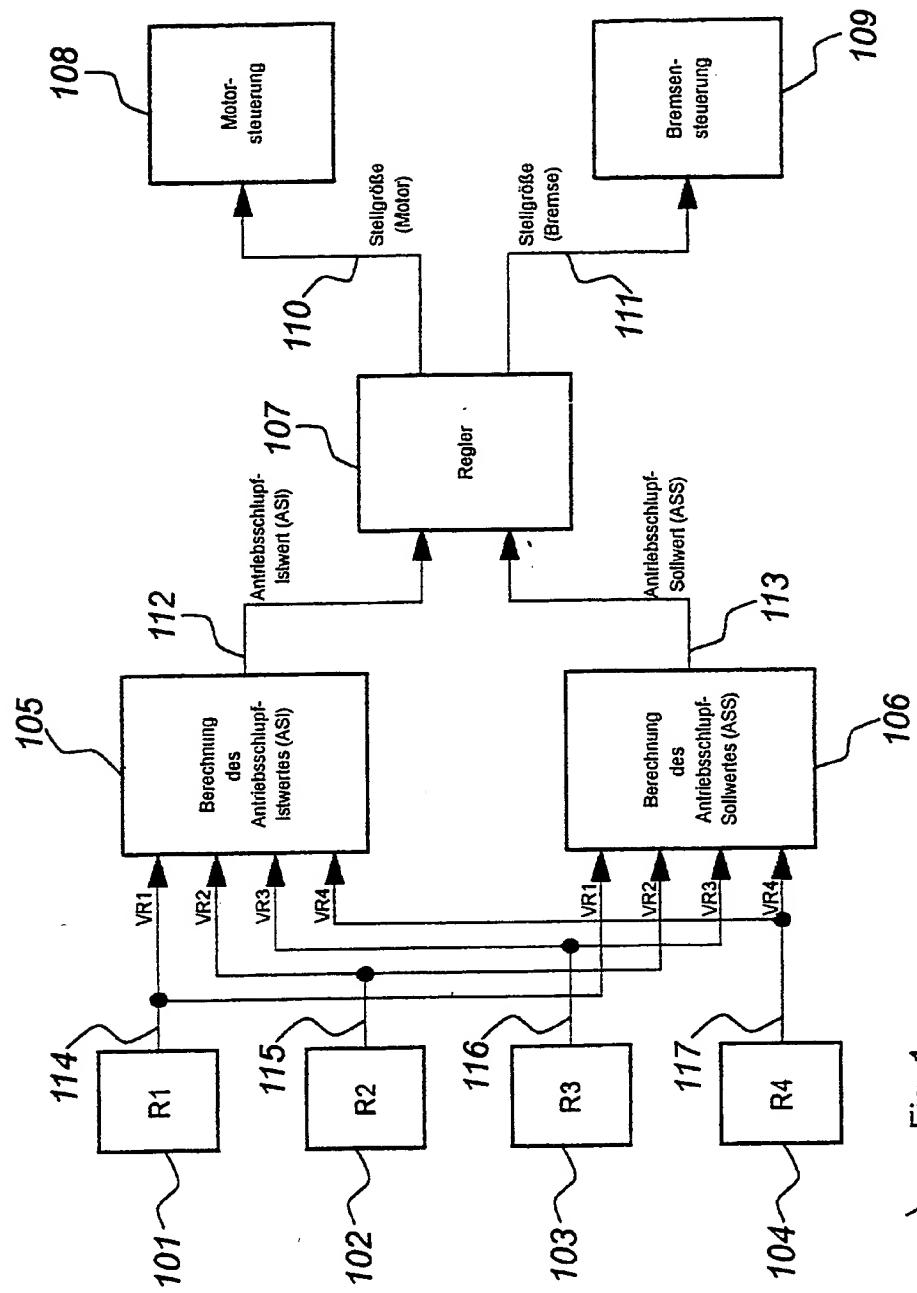


Fig. 1

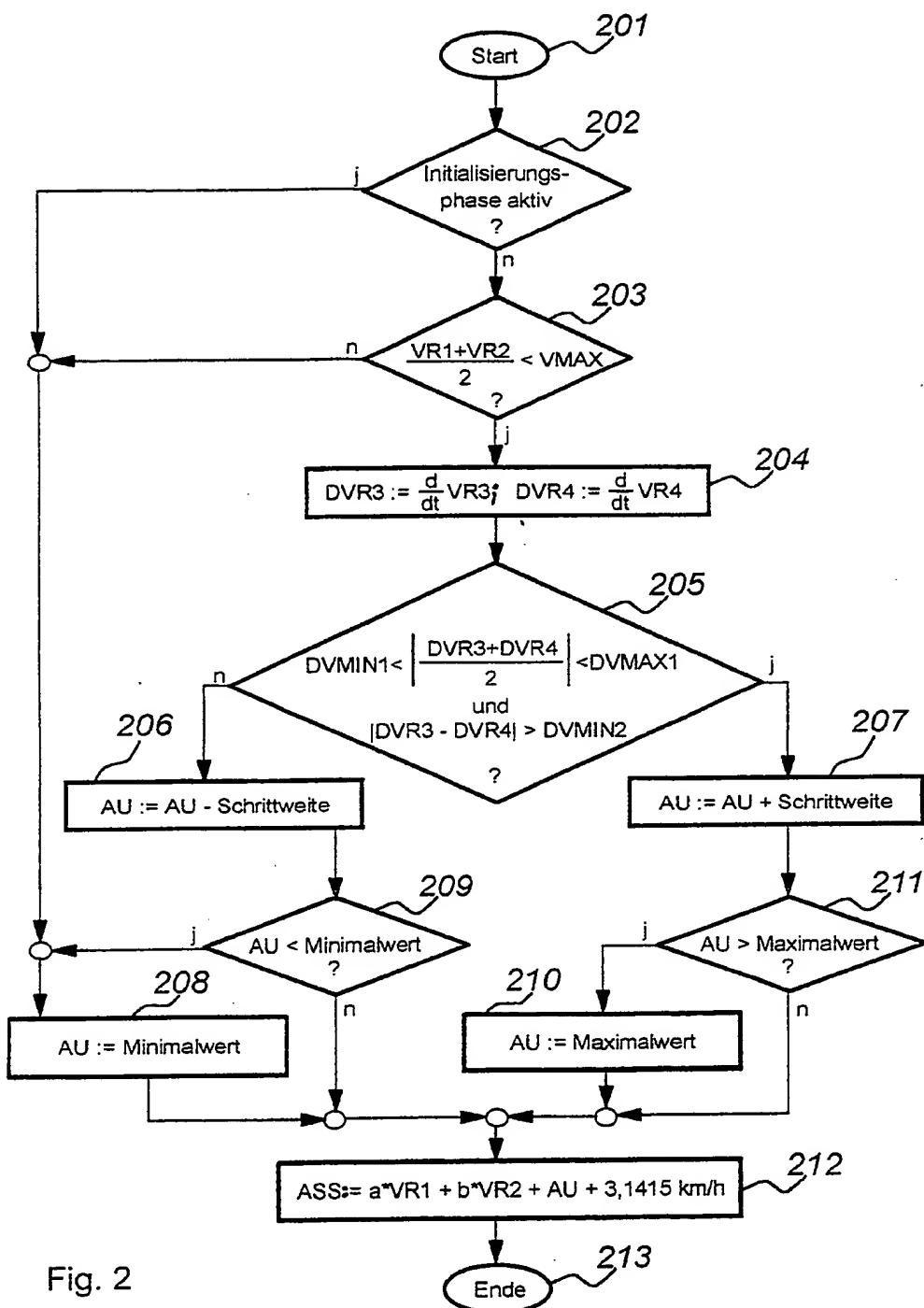


Fig. 2

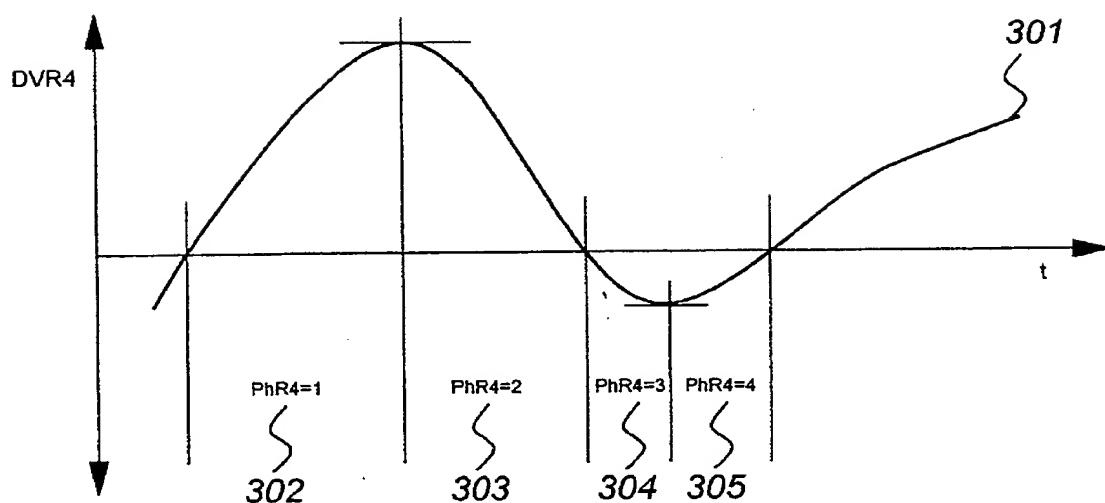


Fig. 3

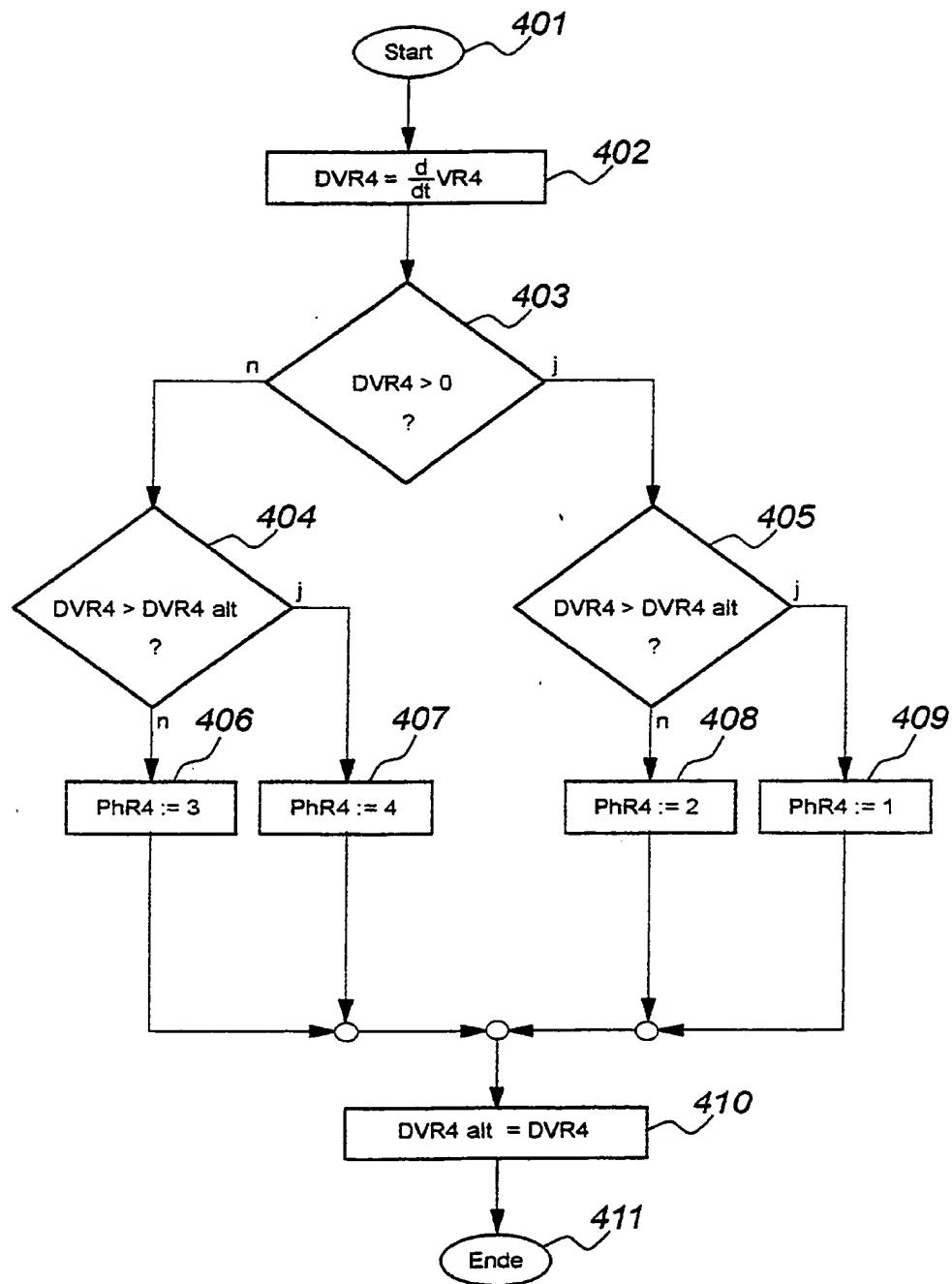


Fig. 4

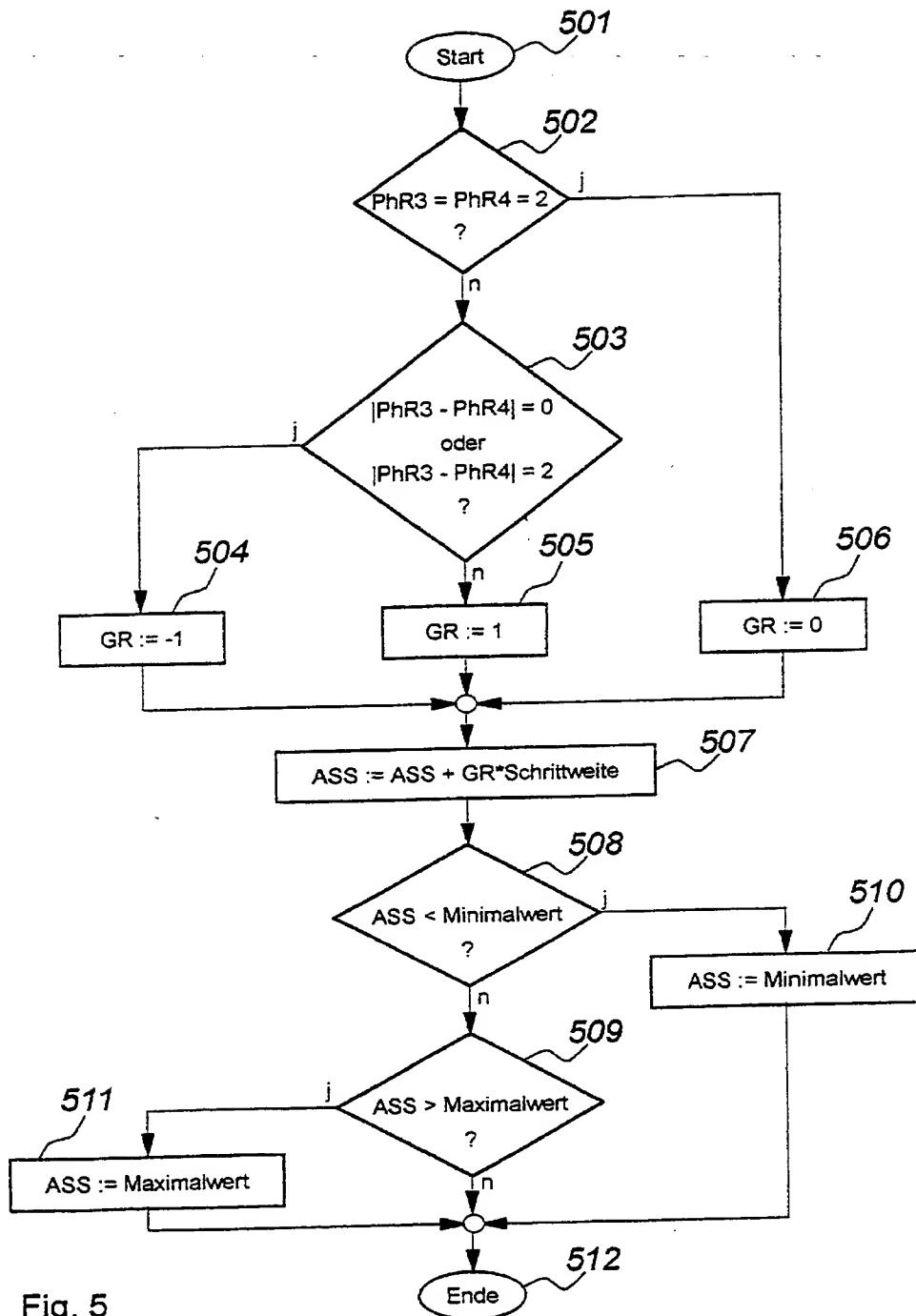


Fig. 5